

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-042310
(43)Date of publication of application : 16.02.2001

(51)Int.Cl.

G02F 1/1335
G09F 9/00

(21)Application number : 11-215777

(71)Applicant : SHARP CORP

(22)Date of filing : 29.07.1999

(72)Inventor : TSUNODA YUKIHIRO
MASUDA TAKASHI
MIZUSHIMA SHIGEMITSU

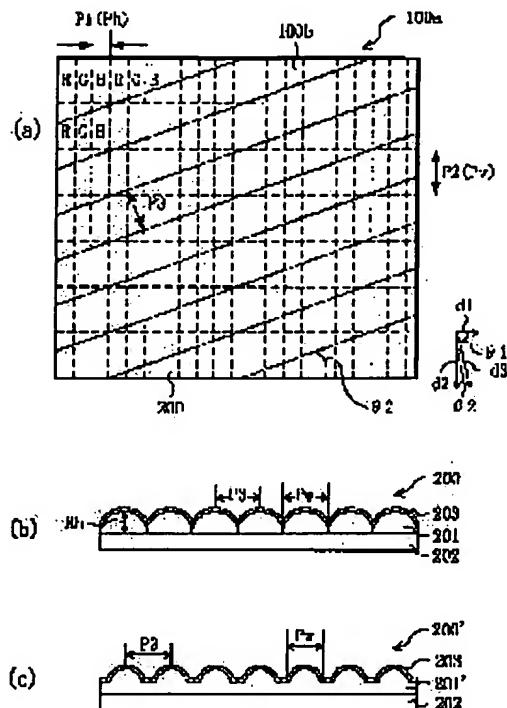
(54) LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To suppress generation of moire fringes by interference by disposing pixels in a liquid crystal display panel in such a manner that a periodical direction of the plurality of pixels of the liquid crystal display panel and the periodical direction of lenses of a lens array cross each other.

SOLUTION: On a liquid crystal display panel 100a, a plurality of pixels 100b are formed in a matrix in a row direction (d1 direction) and line direction (d2 direction) perpendicular to each other. Pixels 100b are periodically formed with a pitch P1 in the row direction (d1 direction) (typically with the pitch Ph in the horizontal direction) and a pitch P2 in the line direction (d2 direction) (typically with the pitch Pv in the vertical direction).

Then a plurality of lenticular lenses 201 are periodically disposed in the d3 direction with the pitch P3 to constitute a lens array 200. Each lens of the lens array 200 is the lenticular lens extended along the direction perpendicular to the d3 direction and is regularly disposed in the d3 direction. Namely, the plurality of pixels 100b and the plurality of lenses are disposed with the periodical directions d1, d2 of the pixels 100b and the periodical direction d3 of the lenses being perpendicular to each other.



THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-42310

(P2001-42310A)

(43)公開日 平成13年2月16日 (2001.2.16)

(51)Int.Cl.

G 0 2 F 1/1335

G 0 9 F 9/00

識別記号

3 1 6

F I

G 0 2 F 1/1335

G 0 9 F 9/00

コード(参考)

2 H 0 9 1

3 1 6 C 5 G 4 3 5

審査請求 未請求 請求項の数10 O.L. (全 12 頁)

(21)出願番号 特願平11-215777

(22)出願日 平成11年7月29日 (1999.7.29)

(71)出願人 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72)発明者 角田 行広

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ
ヤープ株式会社内

(72)発明者 増田 岳志

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ
ヤープ株式会社内

(74)代理人 100077931

弁理士 前田 弘 (外4名)

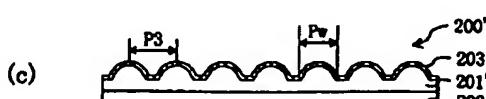
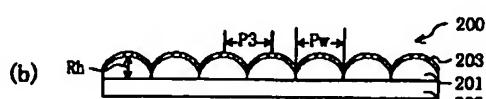
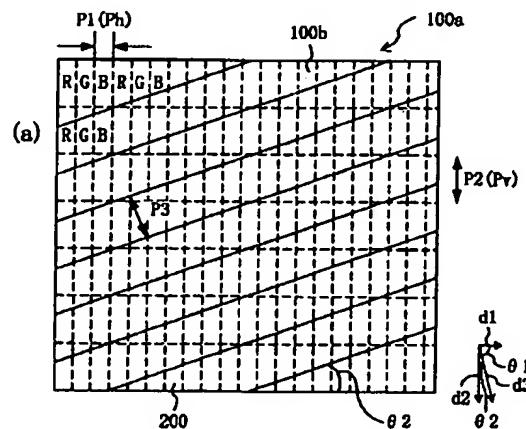
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 液晶表示装置

(57)【要約】

【課題】 視角特性に優れかつモアレ縞の発生が抑制・
防止された、表示品位の優れた液晶表示装置を提供す
る。

【解決手段】 一対の基板に挟持された液晶層と液晶層
を挟持するように配設された一対の偏光素子とを有する
液晶表示パネルと、液晶表示パネルに光を照射する面光
源と、液晶表示パネルの面光源とは反対側に配設された
レンズアレイとを備える。液晶表示パネルの複数の絵素
の周期方向とレンズアレイの複数のレンズの周期方向と
が互いに交差するように配置されている。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 一対の基板に挟持された液晶層と前記液晶層を挟持するように配設された一対の偏光素子とを有する液晶表示パネルと、前記液晶表示パネルに光を照射する面光源と、前記液晶表示パネルの前記面光源とは反対側に配設されたレンズアレイとを備える液晶表示装置であって、

前記液晶表示パネルは、第1の方向に第1ピッチ(P_1)で、前記第1方向に交差する第2方向に第2ピッチ(P_2)で、それぞれ規則的に配列された複数の絵素を有し、前記レンズアレイは第3の方向に第3ピッチ(P_3)で規則的に配列され、前記第3の方向を含む面内から入射する光の進行方向を変える機能を有する複数のレンズを有し、前記第3の方向は前記第1および第2の方向と交差するように配置されている液晶表示装置。

【請求項2】 前記第3の方向と前記第2の方向との間の第2の角(θ_2)は、前記第3の方向と前記第1の方向との間の第1の角(θ_1)と同じかまたは小さく($\theta_2 \leq \theta_1$)、且つ、

前記第3ピッチ(P_3)は前記第2ピッチ(P_2)と、 $P_3 \cdot \cos \theta_2 \leq P_2$ の関係を満足する請求項1に記載の液晶表示装置。

【請求項3】 前記複数のレンズのそれぞれは、前記第3の方向に直交する第4の方向に延びるレンチキュラーレンズである請求項1または2に記載の液晶表示装置。

【請求項4】 前記複数のレンズは、前記第3の方向に直交し、前記第1方向と第3の角(θ_3)をなす第4の方向に、第4ピッチ(P_4)で規則的に配列され、前記第4の方向を含む面内から入射する光の進行方向を変化する機能をさらに有し、且つ、

前記第4ピッチ(P_4)は前記第1ピッチ(P_1)と $P_4 \cdot \cos \theta_3 \leq P_1$ の関係を満足する請求項2に記載の液晶表示装置。

【請求項5】 前記第3の方向と前記第2の方向とがなす第2の角 θ_2 は 30° 以下である請求項1から4のいずれかに記載の液晶表示装置。

【請求項6】 前記レンズアレイと前記一対の偏光素子の一方とを接合する接着層をさらに有し、前記接着層は前記複数のレンズのそれぞれのレンズの表面の一部とで接觸している請求項1から5のいずれかに記載の液晶表示装置。

【請求項7】 前記複数のレンズは、前記液晶表示パネルの前記複数の絵素に対して前記面光源とは反対側に焦点を有するように配置されている請求項1から6のいずれかに記載の液晶表示装置。

【請求項8】 前記複数のレンズのそれぞれは、焦点距離 f 、レンズ幅 P_w 、屈折率 n_1 を有する凸レンズであって、

前記複数のレンズが形成されている面から前記複数の絵素が形成されている面までの空気換算距離 d_a が、 $P_w / [2 \cdot (n_1 - 1)] \leq f < d_a$ の関係を満足する請求項7に記載の液晶表示装置。

【請求項9】 一対の基板に挟持された液晶層と前記液晶層を挟持するように配設された一対の偏光素子とを有する液晶表示パネルと、前記液晶表示パネルに光を照射する面光源と、前記液晶表示パネルの前記面光源とは反対側に配設されたレンズアレイとを備える液晶表示装置であって、

前記複数のレンズは、前記液晶表示パネルの前記複数の絵素に対して前記面光源とは反対側に焦点を有するように配置されている液晶表示装置。

【請求項10】 前記複数のレンズのそれぞれは、焦点距離 f 、レンズ幅 P_w 、屈折率 n_1 を有する凸レンズであって、

前記複数のレンズが形成されている面から前記複数の絵素が形成されている面までの空気換算距離 d_a が、 $P_w / [2 \cdot (n_1 - 1)] \leq f < d_a$ の関係を満足する請求項9に記載の液晶表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、液晶表示装置に関し、特に、広視角特性を有する透過型液晶表示装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 液晶表示装置は、陰極線管(Cathode Ray Tube: CRT)やプラズマディスプレイパネル(Plasma Display Panel: PDP)あるいは電気蛍光表示装置(Electric Luminescence Display: EL)等と同様にフラットパネルディスプレイを代表する表示装置である。液晶表示装置は、軽量、薄型、低消費電力の特徴を有するので、OA用機器、車載用テレビ、カーナビゲーション、ビデオカメラ用モニタ等に幅広く利用されている。液晶表示装置のなかでも、反射型に比較してコントラスト比が優れているので、透過型液晶表示装置が用いられることが多い。

【0003】 しかしながら、液晶表示装置には、表示品位の視角依存性が大きいという問題を有している。視角依存性とは、例えば、ある角度で以上傾いた方向から表示面を観察すると、本来黒に表示されるべき像が白っぽく観察されたり、中間調表示において階調が反転するなど表示品位が視角によって変化することを言う。また、観察者が正常に(例えば、所定のコントラスト比以上で)表示を観察できる視角の範囲を視野角と言う。視角依存性の大きい液晶表示装置の視野角は狭い。

【0004】 視角依存性は種々の原因によって生じる。液晶分子の捩れ配向(螺旋の向きやプレチルト方向)、液晶分子の屈折率異方性(光の進行方向によるリターンションの相違)、偏光板の特性(偏光選択性の程度)や、面光源の指向性が原因として挙げられる。

【0005】一般に、透過型液晶表示装置は、視角依存性を考慮して、最も表示が見やすい方向が観察者の通常使用範囲内に入るように設計されている。例えば、表示面中央の法線方向ないし、それよりも少し下側（6時方向）に傾けた方向からみたときのコントラスト比がその他の方向からみたときのコントラスト比よりも高くなるように設計されている。

【0006】透過型液晶表示装置の視角特性を改善するために、特に上下方向（12時方向および6時方向）の視角依存性を小さくするために、液晶表示パネルの観察者側に複数のレンズを有するレンズアレイ（またはレンズシートと呼ぶ。）を配置した液晶表示装置が、例えば、特開平9-127309号公報、特開平7-120743号公報、特開平8-76120号公報および特開平6-230358号公報に開示されている。

【0007】

【発明が解決すべき課題】しかしながら、本願発明者が検討した結果、上記の公報に開示されている液晶表示装置においては、液晶表示パネルの観察者側にレンズアレイを配置することによって視角特性は改善されるものの、モアレ縞が発生しやすく、その結果表示品位の低下を招くという問題がある。

【0008】一般に、スリット等の周期構造を有する2つの物体を重ねると、互いの周期構造が干渉し、モアレ縞と呼ばれる明暗縞が発生する。上記の公報に開示されている液晶表示装置においては、液晶表示パネルの複数の絵素が形成する周期構造と、その前面に配置されるレンズアレイの複数のレンズが形成する周期構造とが互いに干渉し、モアレ縞を発生する。さらに、上記の特開平9-127309号公報などに開示されているように、レンズアレイと液晶表示パネルとをレンズの一部に接触する接着層を介して貼り合わせると、レンズの接着部において屈折率変化が小さくなり、その部分のレンズ効果が低下することによって、モアレ縞が顕著になる。

【0009】なお、上記の特開平9-127309号公報は、レンズアレイのレンズのピッチを絵素ピッチに対して小さくする（1つの絵素に複数のレンズが対応するように配置する）ことによって、モアレ縞を低減できると記載されている。しかしながら、ピッチの調整によってモアレ縞を低減するためには、絵素ピッチおよびレンズピッチをそれぞれ高精度で制御する必要があるとともに、レンズアレイと液晶表示パネルとの貼り合わせにも高い精度が要求されるという問題がある。

【0010】また、上記特開平6-230358号公報に開示されているように、絵素ごとに凹レンズを配置すると、1絵素内の光の分布にひずみが生じ、表示品位が低下するという問題がある。

【0011】本発明は、上記課題を解決するためになされたものであり、その主な目的は、視角特性に優れかつモアレ縞の発生が抑制・防止された、表示品位の優れた

液晶表示装置を提供することにある。

【0012】

【課題を解決するための手段】本発明の液晶表示装置は、一対の基板に挟持された液晶層と前記液晶層を挟持するように配設された一対の偏光素子とを有する液晶表示パネルと、前記液晶表示パネルに光を照射する面光源と、前記液晶表示パネルの前記面光源とは反対側に配設されたレンズアレイとを備える液晶表示装置であって、前記液晶表示パネルは、第1の方向に第1ピッチ（P1）で、前記第1方向に交差する第2方向に第2ピッチ（P2）で、それぞれ規則的に配列された複数の絵素を有し、前記レンズアレイは第3の方向に第3ピッチ（P3）で規則的に配列され、前記第3の方向を含む面内から入射する光の進行方向を変える機能を有する複数のレンズを有し、前記第3の方向は前記第1および第2の方向と交差するように配置されており、そのことによって上記目的が達成される。

【0013】前記第3の方向と前記第2の方向との間の第2の角（θ2）は、前記第3の方向と前記第1の方向との間の第1の角（θ1）と同じかまたは小さく（θ2 ≤ θ1）、且つ、前記第3ピッチ（P3）は前記第2ピッチ（P2）と、 $P3 \cdot \cos \theta 2 \leq P2$ の関係を満足することが好ましい。

【0014】前記複数のレンズのそれぞれは、前記第3の方向に直交する第4の方向に延びるレンチキュラーレンズであってよい。

【0015】前記複数のレンズは、前記第3の方向に直交し、前記第1方向と第3の角（θ3）をなす第4の方向に、第4ピッチ（P4）で規則的に配列され、前記第4の方向を含む面内から入射する光の進行方向を変化する機能をさらに有し、且つ、前記第4ピッチ（P4）は前記第1ピッチ（P1）と $P4 \cdot \cos \theta 3 \leq P1$ の関係を満足する構成としてもよい。

【0016】前記第3の方向と前記第2の方向とがなす第2の角θ2は30°以下であることが好ましい。

【0017】前記レンズアレイと前記一対の偏光素子の一方とを接合する接着層をさらに有し、前記接着層は前記複数のレンズのそれぞれのレンズの表面の一部とで接触している構成としてもよい。

【0018】前記複数のレンズは、前記液晶表示パネルの前記複数の絵素に対して前記面光源とは反対側に焦点を有するように配置されていることが好ましい。

【0019】前記複数のレンズのそれぞれは、焦点距離f、レンズ幅Pw、屈折率n1を有する凸レンズであって、前記複数のレンズが形成されている面から前記複数の絵素が形成されている面までの空気換算距離daが、 $Pw / [2 \cdot (n1 - 1)] \leq f < da$ の関係を満足することが好ましい。

【0020】本発明の他の液晶表示装置は、一対の基板に挟持された液晶層と前記液晶層を挟持するように配設

された一对の偏光素子とを有する液晶表示パネルと、前記液晶表示パネルに光を照射する面光源と、前記液晶表示パネルに対して前記面光源とは反対側に配設されたレンズアレイとを備える液晶表示装置であって、前記複数のレンズは、前記液晶表示パネルの前記複数の絵素に対して前記面光源とは反対側に焦点を有するように配置されており、そのことによって上記目的が達成される。

【0021】前記複数のレンズのそれぞれは、焦点距離 f 、レンズ幅 Pw 、屈折率 n_1 を有する凸レンズであって、前記複数のレンズが形成されている面から前記複数の絵素が形成されている面までの空気換算距離 da が、 $Pw / [2 \cdot (n_1 - 1)] \leq f < da$ の関係を満足することが好ましい。

【0022】以下に、本発明の作用を説明する。

【0023】本発明の液晶表示装置では、液晶表示パネルに形成された複数の絵素の周期方向とレンズアレイに形成された複数のレンズの周期方向とが互いに交差するように配置されている。すなわち、レンズの周期方向が絵素の周期方向に対して傾斜する（傾斜角： θ 、 $\theta > 0$ ）ように配置されている。このように配置すると、絵素とレンズとの位置関係（重なりなど）が絵素の位置によって異なるので、干渉によるモアレ縞の発生が抑制される。また、絵素とレンズとの間に特定の位置関係が要求されないので、絵素ピッチやレンズピッチの高精度な制御や高い貼り合わせ精度は要求されない。

【0024】本明細書において、「絵素」とは、表示を行うために光学的な状態が制御される最小単位を指す。カラー表示においては、典型的には、R、G、Bのそれぞれの最小表示単位を、R絵素、G絵素、B絵素と呼ぶ。1組のR絵素、G絵素およびB絵素が画素を形成する。絵素は、液晶表示装置の絵素電極ごとに規定される。複数の絵素は、典型的にはマトリクス状に配列されている。従って、複数の絵素は、行方向およびそれに直交する列方向に周期的に配列されている。行方向および列方向を絵素の「周期方向」とよぶ。また、それぞれの絵素は、典型的には略矩形の形状を有しているので、行方向および列方向とでそれぞれの周期（「絵素ピッチ」という）が異なる。絵素と同様に、レンズアレイのレンズも、一般的には行方向および列方向に互いに異なるレンズピッチで配列される。上述したように典型的には、行方向と列方向とは互いに直交するが、絵素およびレンズの配列はこれに限られず、互いに異なる方向であればよい。例えば、デルタ配列のカラー液晶表示装置においては、行方向に対して傾斜した方向に列方向が設定され得る。

【0025】一般化すると、液晶表示パネルの複数の絵素は、第1の方向に第1ピッチ（P1）で、第1方向に交差する第2方向に第2ピッチ（P2）でそれぞれ規則的に配列されている。この液晶表示パネルに対して、例えば、複数のレンチキュラレンズは、第1および第2方

向と交差する第3の方向に第3ピッチ（P3）で規則的に配列することによって、本発明の効果が得られる。レンチキュラレンズは、典型的には第3の方向に沿った断面が半円形のヘミシンドリカルレンズであり、第3の方向を含む面内から入射する光の進行方向を変える（屈折する）機能を有するので、第3の方向を含む面内の視角特性を改善（視野角を広げる）ことができる。

【0026】また、傾斜角 θ は、表示面全面に亘って絵素とレンズが一対一で対応することが無いように設定することが好ましい。P3のP1に対する傾斜角を θ_1 、P3のP2に対する傾斜角を θ_2 それぞれとし、 $\theta_2 \leq \theta_1$ とすると、 $P3 \cdot \cos \theta_2 \leq P2$ の関係を満たせばよい。すなわち、第1および第2方向のうちの第3の方向と平行に近い方を第2の方向（傾斜角 θ_2 ）とすると、 $P3 \cdot \cos \theta_2 \leq P2$ の関係を満足すればよい。

【0027】レンチキュラレンズに代えて、第3の方向と異なる（典型的には直交する）第4方向に、第4ピッチ（P4）で規則的に配列された構造を有するレンズアレイを用いてもよい。第4方向に沿った曲面をさらに有するレンズを用いることによって、第4方向を含む面内の視角特性を改善（視野角を広げる）ことができる。このとき、第4方向の周期構造と絵素の周期構造とが干渉してモアレ縞が発生することを抑制・防止するためには、第4方向は第1方向と交差する方向（傾斜角 $\theta_3 > 0$ ）であることが好ましく、第4ピッチ（P4）が絵素の第1ピッチ（P1）と $P4 \cdot \cos \theta_3 \leq P1$ の関係を満足することがさらに好ましい。第1第2方向が互いに直交し、第3および第4方向が互いに直交する場合には、 $P3 \cdot \cos \theta_2 \leq P2$ の関係を満足すれば、 $P4 \cdot \cos \theta_3 \leq P1$ の関係は自動的に満足される。

【0028】上述の関係を満足すれば、モアレ縞の発生は防止できるものの、視角特性の対称性が崩れて表示品位が低下する場合がある。モアレ縞を低減するとともに視角特性の方位角依存性の対称性を十分に確保するためには、傾斜角（ θ_2 ）は 30° 以下であることが好ましいことを発明者は見いだした。

【0029】上述したように、レンズの周期構造の方向を絵素の周期構造の方向に対して傾斜させることによって、レンズアレイと液晶表示パネルとをレンズの一部に接触する接着層を介して貼り合わせた構造を採用しても、モアレ縞の発生を抑制・防止することができる。従って、簡便な方法で製造でき、且つ単純な構造を有する液晶表示装置が実現できる。

【0030】さらに、レンズアレイの複数のレンズは、液晶表示パネルの複数の絵素に対して面光源とは反対側に焦点を有するように配置することによって、モアレ縞の発生を抑制・防止することができる。レンズアレイに凸レンズを用い、レンズの焦点を絵素（カラーフィルタから液晶層の間）に合わせると、絵素の周期構造がレンズによって強調されるので、かえってモアレ縞が顕著に

観察される場合があった。上記のように、レンズの焦点を絵素の観察者側に設定することによって、絵素の周期構造を光学的にぼかすことができる、モアレ縞の発生を抑制・防止することができる。具体的には、短焦点距離の凸レンズを用いたり、凹レンズを用いればよい。長焦点距離（絵素の光源側に焦点を有する）凸レンズを用いても、絵素の周期構造を光学的にぼかすことができるが、レンズ効果が低下するので、広視野角化の効果が短焦点距離レンズよりも劣るので好ましくない。

【0031】モアレ縞を観察されないようにするための条件を検討する。視力1.0の人間の目の分解能は、ランドル環と呼ばれる指標で表され、5mの距離から1.5mmの切れ目が識別できる視力として規定される。この指標に基づくと、モアレ縞の周期が0.09mm未満であると、視力1.0の観察者が300mm離れた位置から表示面（絵素が形成されている面）を観察してもモアレ縞を識別できないことになる。従って、一般的には、上記の条件を満足すればモアレ縞が観察者に認識されない、高品位の表示が提供できると考えられる。

【0032】上記の条件を満足するためには、凸レンズを用いる場合、複数のレンズのそれぞれは、焦点距離 f 、レンズ幅 P_w 、屈折率 n_1 を有し、複数のレンズが形成されている面から複数の絵素が形成されている面までの空気換算距離 d_a が、 $P_w / [2 \cdot (n_1 - 1)] \leq f < d_a$ の関係を満足することが好ましい。

【0033】レンズを液晶表示パネルの複数の絵素に対して面光源とは反対側に焦点を有するように配置する構成は、レンズの周期構造の方向を絵素の周期構造の方向に対して傾斜させる構成と併用することが好ましいが、単独で採用してもモアレ縞の発生を抑制・防止することもできる。

【0034】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照しながら本発明による実施形態を説明する。

【0035】（実施形態1）図1に実施形態1の透過型液晶表示装置100の模式的な断面図を示す。液晶表示装置100は、液晶表示パネル100aと、液晶表示パネル100aに光を照射する面光源101と、レンズアレイ103とを有している。

【0036】液晶表示パネル100aは、一対の基板104aおよび104bに挟持された液晶層105と、液晶層105を挟持するように配設された一対の偏光素子（典型的には偏光板または偏光フィルム）とを備える。一方の基板（例えば、アクティブマトリクス基板）104aの液晶層105側の表面には、透明導電材料（例えば、インジウム錫酸化物：ITO）からなる複数の絵素電極（不図示）がマトリクス状に形成されている。絵素電極のそれぞれは、薄膜トランジスタ（TFT）によって、ON/OFF制御される。他方の基板（例えば、カラーフィルタ基板）104bの液晶層105側表面に

は、透明導電材料からなる対向電極（共通電極）およびカラーフィルタ層が形成されている（いずれも不図示）。両基板104aおよび104bの間には、例えば、ツイスト角が90°となるように調製されたネマチック液晶材料が注入され、シール剤105aによって封止されている。所定の配向を得るために、基板104aおよび104bの液晶層105側表面にそれぞれ配向膜（不図示）を形成してもよい。液晶表示パネル100aとしは上記の例に限られず、公知の液晶表示パネルを広く用いることができる。なお、コントラスト比や応答速度の観点から、TNモードの液晶表示パネルを用いることが好ましい。面光源101としても公知の面光源を広く利用することができる。

【0037】液晶表示パネル100aの観察者側（面光源101とは反対側）に、レンズアレイ103が接着層106を介して接着されている。レンズアレイ103は、複数のレンズ103aを有している。レンズ103aはガラス基板103b上に形成されてもよい。レンズアレイ103は典型的にはシート状に形成されており、レンズシートと呼ばれることもある。なお、本明細書において、「レンズ」とは光の進行方向を変化させる（屈折させる）機能を有する光学素子を指し、焦点を有する必要はない。典型的には、図1に示したように、断面が半円形のレンチキュラーレンズ（またはヘミシリンドリカルレンズ）103aを複数有するレンズアレイが用いられる。

【0038】液晶表示装置100においては、液晶表示パネル100aの絵素の周期構造と、レンズアレイ103のレンズ103aの周期構造とが互いに干渉しないように配置されている。この配置関係を図2を参照しながら説明する。

【0039】図2は、液晶表示パネル100aの絵素の配置と、レンズアレイ200（図1のレンズアレイ103の一例）のレンズ201の配置との関係を説明するための模式図である。図2(a)は上面図であり、図2(b)は図2(a)のd3方向（ピッチP3方向）に沿った断面図である。図2(c)は図2(b)に示した断面の他の例を示す。

【0040】液晶表示パネル100aは、図2(a)に示したように、互いに直交する行方向（d1方向）および列方向（d2方向）にマトリクス状に配列された複数の絵素100bを有している。図示の例では、行列状に配列された典型的な絵素配列を示しているが、本発明はこれに限られず、2つの異なる方向（d1方向、d2方向）に周期的に（規則的に）配列された絵素を有する液晶表示パネルを用いることができる。各絵素100bは矩形を有し、行方向（d1方向）にはピッチP1（典型的には水平方向のピッチP_h）で、列方向（d2方向）にはピッチP2（典型的には垂直方向のピッチP_v）で、それぞれ周期的に配列されている。

【0041】対角20インチ(縦:304.8mm、横:406.4mm)、ストライプ配列の水平絵素数640(R、G、Bのそれぞれに対して640)、垂直絵素数480、絵素ピッチ(水平方向Phが、0.212mm、垂直方向Pvが0.635mm)、カラーフィルタ基板(ストライプ配列)の厚さが0.7mm、屈折率1.52、観察者側の偏光板102bの厚さが0.30mm、屈折率1.52の液晶表示パネル100aに、アクリル樹脂からなり厚さ0.02mm、屈折率1.50の接着層106を用いて、レンズアレイ200を貼り合わせて、具体例1の液晶表示装置を作製した。

【0042】レンズアレイ200は、複数のレンズキュラーレンズ201がピッチP3で、d3方向に周期的に配列されている。図2(b)に示した例では、各レンズ201のレンズ幅PwがレンズピッチP3と同一であるが、これに限らず、図2(c)に示したレンズアレイ200'のように、レンズ幅PwがレンズピッチP3よりも小さいレンズ201'を用いてもよい。光の利用効率の観点から、レンズ幅PwのレンズピッチP3に対する比(Pw/P3)は、0.9以上が好ましい。

【0043】具体的には、レンズ201は、例えば透明基板(例えば、日本合成ゴム社製アートンフィルム)202上に、所定の凹部を有する金型に充填・硬化した紫外線硬化樹脂(例えば、日本合成ゴム社製Z9001、屈折率1.59、1J/cm²の紫外線照射)を転写することによって形成できる。

【0044】具体例1の液晶表示装置のレンズアレイ200として、レンズのピッチP3=レンズ幅Pwを0.1mmとし、レンズ高さRhは0.04mmとし、焦点距離f=0.087mmのレンズ201を複数有するレンズアレイ200を形成した。

【0045】さらに、レンズ201の液晶表示パネル100a側表面に、例えば黒色樹脂からなる反射防止膜(遮光層)203を形成することによって、レンズ201の表面における反射を防止することができる。具体的には、黒色顔料を分散した紫外線硬化樹脂をスピンドル

トし、1.5J/cm²の紫外線照射によって硬化した。レンズアレイ200の透過率が70%となるように、反射防止膜203の厚さを0.005mmとした。

【0046】図2に示したレンズアレイ200の各レンズは、d3方向と直交する方向に延びるレンズキュラーレンズであり、d3方向に規則的に配列されている。d3方向は、d2方向に対して8°(θ2=8°)の角をなしている。このように、液晶表示パネルの複数の絵素の周期方向d1およびd2とレンズアレイの複数のレンズの周期方向d3とが互いに交差するように配置されているので、干渉によるモアレ縞の発生が抑制・防止される。また、絵素とレンズとの間に特定の位置関係が要求されないので、絵素ピッチやレンズピッチの高精度な制御や高い貼り合わせ精度は要求されない。

【0047】ここで、絵素の周期方向とレンズの周期方向との関係を規定する傾斜角の規定の仕方について説明する。d1方向とd3方向とがなす傾斜角θ1及びd2方向とd3方向とがなす傾斜角θ2とは、それぞれの傾斜角が90°よりも小さくなるように規定する。すなわち、d1方向、d2方向およびd3方向は、それぞれ独立に図2(a)に矢印で示した方向と180°異なる方向として規定することも可能であるが、傾斜角θ1およびθ2を90°以下の角度として規定するように選択する。なお、d1方向とd2方向との定義は任意であり、列方向をd1方向とし、行方向をd2方向としてもよい。

【0048】絵素の周期方向(d2方向)とレンズの周期方向(d3方向)とのなす角(θ2)は8°に限られない。上述した具体例1の20インチ液晶表示パネルについて、レンズピッチP3の異なるレンズアレイ200を傾斜角θ2を種々変化させて配置することによって得られた液晶表示装置におけるモアレ縞の発生を目視で評価した。得られた結果を表1(第1欄)に示す。

【0049】

【表1】

具体例1(20インチ)		具体例2(18インチ)	
絵素ピッチ(P _h × P _v)	0.211 × 0.635	傾斜角範囲(度)	傾斜角範囲(度)
レンズピッチ(P3)			
0.1mm	5~85	8~40	50~80
0.11mm	6~84	4~10 15~22 25~35 40~85	
0.14mm	6~10 20~25 33~42 50~85	12.5~30 35~50 55~80	

表1に示したように、具体例1の構成(レンズピッチ

0.1mm)では、傾斜角θ2が5°~85°の範囲に

おいてモアレ縞の発生を実質的に防止することができる。また、具体例1の構成において 0.11mm ピッチのレンズを用いると、傾斜角 θ_2 が $6^\circ \sim 84^\circ$ の範囲においてモアレ縞の発生を実質的に防止することができる。このように、レンズピッチが変わると、モアレ縞の発生を抑制できる傾斜角範囲が変わる。さらに、レンズピッチが 0.14mm の場合には、モアレ縞が実質的に発生しない傾斜角 θ_2 の範囲が不連続となっている。例えば、傾斜角 θ_2 が小さい側では、 $6^\circ \sim 10^\circ$ および $20^\circ \sim 25^\circ$ ではモアレ縞の発生は実質的に防止されるが、 $10^\circ \sim 20^\circ$ （両端を含まない）の範囲ではモアレ縞の発生が確認される。このように、モアレ縞の発生を抑制する条件が、レンズピッチと傾斜角に大きく依存している。

【0050】また、モアレ縞の発生を実質的に防止できる傾斜角の範囲の幅は、例えば、具体例1の構成において 140mm ピッチのレンズを用いた場合、最小でも 4° （傾斜角 $6^\circ \sim 10^\circ$ ）が得られる。従って、所定の傾斜角範囲の相対配置を有するように液晶セルとレンズアレイとを貼り合わせる工程において要求される傾斜角の精度は、 $\pm 2^\circ$ であり、現有のプロセス精度で十分に実現できる。

【0051】モアレ縞の発生と傾斜角 θ_2 との関係を他の液晶表示装置（具体例2）について調べた結果を表1に合わせて示す。具体例2は、液晶セルとして、対角18インチ、ストライプ配列の水平絵素数1240（R、G、Bのそれぞれに対して1240）、垂直絵素数960、絵素ピッチ（水平方向 P_h が、 0.095mm 、垂直方向 P_v が 0.286mm ）を用いた。表1において具体例1と具体例2とを比較すると明らかなように、液晶セルの周期構造が変化すると、レンズアレイの周期構造が同じでも、モアレ縞の発生を抑制できる傾斜角 θ_2 の範囲は異なる。

【0052】上述したように、モアレ縞の発生を抑制するための傾斜角 θ_2 の範囲は、液晶セルの周期構造およびレンズアレイの周期構造に大きく依存する。モアレ縞の発生を抑制できる条件、すなわち、それぞれの周期構造（絵素ピッチ、レンズピッチ）と傾斜角との関係を数式を用いて一般化するのは困難であるが、モアレ縞の発生を抑制できる傾斜角 θ_2 （ $\theta_2 > 0$ ）の範囲は、実験的に容易に見いだすことができる。また、モアレ縞の発生を抑制できる傾斜角 θ_2 （ $\theta_2 > 0$ ）の範囲は、数度（表1に示した例では、少なくとも 4° ）があるので、液晶セルとレンズアレイとの貼り合わせ工程における位置あわせ精度は、現行プロセスで十分に実現できる範囲内にある。

【0053】モアレ縞の発生を抑制するためには、表示面全面に亘って（ d_2 方向において）絵素とレンズが一一で対応することが無いように設定することが好ましく、 $P_3 \cdot \cos \theta_2 \leq P_2$ の関係を満することが好ま

しい。表示面における均一性を考慮すると、 $P_3 \cdot \cos \theta_2 \leq P_2/2$ 、さらに好ましくは、 $P_3 \cdot \cos \theta_2 \leq P_2/6$ であることが好ましい。ただし、 P_3 があまり小さくなると、レンズ幅 P_w も小さくなり、レンズアレイの形成が困難（精度の低下等による）となるので、 P_3 は約 $10\mu\text{m}$ 以上であることが好ましいが、特に制限は無い。

【0054】次に、本実施形態1の液晶表示装置の視角特性を調べた結果を図3に示す。図3は、具体例1の液晶表示装置（傾斜角 8° ：レンズピッチ 0.1mm ）の視角依存性を示すグラフであり、横軸は視角（表示面法線と観察方向とのなす角）を縦軸はコントラスト比を示す。なお、視角は、表示面内の6時方向（下側）を正（グラフ右側）、12時方向（上側）を負（グラフ左側）として表している。すなわち、図3は、レンズによって視角を広げたい方向における視角依存性を示している。比較のために、レンズアレイを設けていない従来のTNモードの液晶表示装置（比較例）の視角特性を図3に合わせて示している。

【0055】図3から明らかなように、具体例1の液晶表示装置の視角依存性は、比較例の液晶表示装置の視角依存性に比較し、著しく小さくなっている。広い視角範囲（視角範囲 $\pm 80^\circ$ ）に亘って高いコントラスト比（ $CR \geq 10$ ）を実現している。なお、傾斜角 θ_2 が大きくなると、レンズによって視角が広がる方向が本来視角を広げたい方向からずれるので、傾斜角があまり大きくなると所望の視角特性が得られない場合がある。傾斜角 θ_2 が 30° 以下であれば、表示の観察に影響を与えないことを実験的に確認した。従って、視角依存性の方位角（表示面内方向）依存性を考慮すると、傾斜角 θ_2 の範囲は、モアレ縞の発生を抑制する範囲で、且つ 30° 以下であることが好ましい。なお、液晶表示装置に要求される視角特性は、液晶表示装置の用途にもよるが、傾斜角の範囲（特に上限値）は上記の範囲外であってもよい場合がある。

【0056】上述の具体例では、ストライプ配列の絵素を有する液晶セルに対してレンチキュラーレンズ有するレンズアレイを配設した構成を例示したが、本発明はこれらに限定されない。例えば、図4に示したように、図2の d_3 方向に直交する d_4 方向にピッチ P_4 で周期的に配列され、 d_4 方向を含む面内から入射する光に対してレンズ機能を有するレンズ（レンズ幅 P_w' ）を用いてもよい。この場合、液晶セルの d_1 方向の周期構造（ピッチ P_1 ）とレンズアレイの d_4 方向との周期構造（ピッチ P_4 ）との干渉に起因するモアレ縞の発生を抑制・防止するためには、 $\theta_4 > 0$ で、表示面全面に亘って、 d_1 方向において、絵素とレンズが一一で対応することが無いように、 $P_4 \cdot \cos \theta_3 \leq P_1$ の関係を満足することが好ましい。また、表示面における均一性を考慮すると、上述と同様に、 $P_4 \cdot \cos \theta_3 \leq P_1$

／2、さらに好ましくは、 $P_4 \cdot \cos \theta_3 \leq P_1 / 6$ であることが好ましい。ただし、 P_4 があまり小さくなると、レンズ幅 P_w' も小さくなり、レンズアレイの形成が困難（精度の低下等による）となるので、 P_4 は約 $10 \mu m$ 以上であることが好ましいが、特に制限は無い。また、上述したように、傾斜角が大きいと視角特性的方位角依存性が大きくなるので、傾斜角 θ_3 は 30° 以下であることが好ましい。

【0057】上述のように、本実施形態によると、レンズアレイを液晶表示パネルに接着層を介して接合した構成においても、効果的にモアレ縞の発生を抑制・防止することができるので、高品位の表示が可能な広視野角液晶表示装置を提供することができる。なお、レンズアレイと液晶表示パネルとを接着層を介すことなく、例えば周辺部において接着する構造に対して、本実施形態を適用してもモアレ縞の発生を抑制・防止できることは言うまでもない。

【0058】（実施形態2）図5に実施形態2の透過型液晶表示装置500の模式的な断面図を示す。液晶表示装置300は、液晶表示パネル100aと、液晶表示パネル100aに光を照射する面光源101と、レンズアレイ503とを有している。液晶表示パネル100aと面光源101は実施形態1の液晶表示装置100と同じものが用いられるので、それぞれの構成要素を同じ参照符号で示し、ここでは説明を省略する。また、液晶表示装置500において、レンズアレイ503と液晶表示パネル100aとの接合に接着層（図1の106）を用いていない。液晶表示パネル100aおよびレンズアレイ603の接合は、液晶表示パネル100aおよびレンズアレイ603の周辺部において、接着剤等を用いて接合されている（不図示）。

【0059】本実施形態の液晶表示装置500においては、レンズアレイ603のレンズ603aは、液晶表示パネル100aの絵素に対して面光源101とは反対側に焦点を有するように配置されている。実施形態1のように粘着層を用いることなく、液晶表示パネル100aおよびレンズアレイ503の周辺部で接合すると、モアレ縞は比較的観察され難いので、実施形態1のように絵素の周期方向に対してレンズの周期方向を傾斜させる必要は必ずしもなく、レンズアレイのレンズが液晶表示パネル100aの絵素に対して面光源101とは反対側に

焦点を有するように配置することによって、モアレ縞の発生を実質的に防止できる。勿論、実施形態1の構成と組み合わせることによって、より効率的にモアレ縞の発生を防止することができる。

【0060】以下では、絵素の周期構造に対するレンズアレイの周期構造の傾斜角を 0° とした例について、本実施形態を説明する。

【0061】図6は、液晶表示パネル100aの絵素の配置と、レンズアレイ600（図5のレンズアレイ603の一例）のレンズ601の配置との関係を説明するための模式図である。図6（a）は上面図であり、図6（b）は図6（a）のd3方向（ピッチ P_3 方向）に沿った断面図である。

【0062】レンズアレイ600は、ピッチ P_3 （＝レンズ幅 P_w ）で規則的配列された複数のレンチキュラーレンズ603を有している。この周期方向d3は、絵素の列方向d2の周期 P_2 （ P_v ）と同じである（傾斜角が零度）。

【0063】本発明の具体例3の液晶表示装置として、実施形態1の具体例1で用いた液晶表示パネル100a（20インチ）に対し、レンズピッチ（ P_3 ）が $0.14 mm$ 、レンズ高さ R_h が $0.04 mm$ 、焦点距離 f が $0.14 mm$ の凸レンズを有するレンズアレイを用いた。この具体例3の液晶表示装置において、レンズアレイから絵素までの空気換算距離 d_a は、 $0.66 mm$ （ $0.7/1.52 + 0.3/1.52$ ）であり、焦点距離 f （＝ 0.14 ）はレンズアレイから絵素までの空気換算距離 d_a （＝ $0.66 mm$ ）よりも短くなっている。従って、絵素を透過した光はレンズによって拡散され、複数の絵素が形成する像はぼやけるので、絵素の周期構造が目立たなくなり、その結果、モアレ縞の発生が抑制される。レンズの焦点距離 f の下限値は、レンズ幅を P_w 、屈折率 n_1 とすると、 $P_w / [2 \cdot (n_1 - 1)]$ となる。これよりも焦点距離 f を短くするためには、レンズの幅よりもレンズの高さが大きなレンズを形成する必要があり、レンズの形成が困難となる。

【0064】具体例3の構成において、焦点距離を変化させてモアレ縞の発生を目視で評価した結果を示す。

【0065】

【表2】

焦点距離 f (mm)	モアレ縞の発生状況
0.70	×
0.65	×
0.60	×
0.55	×
0.50	△
0.45	△
0.40	○
0.35	○

0. 30	○
0. 25	○
0. 20	○
0. 15	○
0. 10	○

表2中において、×はモアレ縞の周期が0.5mm以上の幅で観察され、表示品位の低下が認められたものを示し、△は、モアレ縞の周期が0.3mm～1.0mmの幅で観察され、表示品位が若干低下したものを示し、○はモアレ縞の周期が0.09mm以下となり表示品位の低下が認められなかったものを示す。なお、評価結果が△の液晶表示装置も用途によって使用できる。

【0066】表2の結果から明らかなように、焦点距離fが上記空気換算距離daとほぼ等しい場合には、モアレ縞が観察され表示品位が低下することがわかる。表2から、焦点距離fは0.5mm以下が好ましいこと、すなわち空気換算距離daの約0.75倍以下であることが好ましいことがわかる。レンズアレイのレンズの焦点距離fは、用いる液晶表示パネル100aの空気換算距離da（カラーフィルタ基板の厚さや屈折率など）に応じて、上記の条件を満足するように適宜設定すればよい。

【0067】図7に本実施形態の具体例3の液晶表示装置の視角特性を示す。図7は、図3と同様の視角特性を示すグラフであり、比較のために実施形態1の比較例と同じ液晶表示装置の視角特性を合わせて示してある。図7から明らかなように、具体例3の液晶表示装置の視角依存性は、比較例の液晶表示装置の視角依存性に比較し、著しく小さくなっている、広い視角範囲（視角範囲±80°）に亘って高いコントラスト比（CR≥10°）を実現している。

【0068】本実施形態の液晶表示装置に用いられるレンズアレイは、上述の例に限られない。焦点距離が上述の関係を満たせば、図4を参照しながら実施形態1で説明したように、d3方向に直交するd4方向にもレンズ機能を有するレンズを用いてもよいことは勿論である。

【0069】さらに、図6(c)に示すように、図6(b)に示したレンズアレイ600に代えて、複数の凹レンズ701を有する用いることもできる。例えば、凹レンズ701のピッチP3を0.14mm、高さRHを-0.04mmとすることによって、具体例3と同等の表示特性を得ることができる。凹レンズ701は、観察者側に焦点を有するので、液晶表示パネル100aの絵素の像をぼかす作用を有するので、モアレ縞の発生を抑制・防止する効果がある。

【0070】凹レンズ701を有するレンズアレイ600は、例えば、以下の方法で作製できる。所定の形状の凹部が複数形成されたマスター金型を用いて、アクリル樹脂を射出成形することによって、複数の凸部を有するアクリル樹脂板を形成する。このアクリル樹脂板の表面

に電鋳法を用いてニッケル層を形成し、成形型を得る。このニッケル層は、成形型の表面硬度を向上させる。次に、成形型に紫外線硬化樹脂（例えば、日本合成ゴム（株）社製Z9001：屈折率1.59）を滴下し、紫外線を照射（例えば、約1.0J/cm²）することによって紫外線硬化樹脂を硬化し、レンズシート基材（例えば、日本合成ゴム（株）社製のアートンフィルム）に所定の形状の凹部が転写形成されたレンズアレイを得る。

【0071】上述の実施形態では、TN型の液晶表示パネルを用いた液晶表示装置を例に本発明を説明したが、STN型やECBモードなど他の表示モードの液晶表示パネルを用いることができる。また、絵素の配列もストライプ配列に限らず、デルタ配列の絵素を有する液晶表示パネルを用いてもよい。また、レンズによって視角を拡大する方向は、用いる液晶表示パネルの表示モードや偏光板の配置などを考慮して適宜設定すればよい。また、レンズアレイの製造方法は例示した方法に限られず、公知の方法で製造できる。なお、例示の方法を用いると本願発明のレンズアレイを効率よく製造することができる。

【0072】

【発明の効果】本発明によると、液晶表示装置の液晶表示パネルの複数の絵素の周期方向とレンズアレイの複数のレンズの周期方向とが互いに交差するように配置されているので、干渉によるモアレ縞の発生が抑制される。また、絵素とレンズとの間に特定の位置関係が要求されないので、絵素ピッチやレンズピッチの高精度な制御や高い貼り合わせ精度は要求されず、従来の製造装置を用いて従来のプロセスで製造することができる。

【0073】また、本発明の液晶表示装置のレンズアレイの複数のレンズは、液晶表示パネルの複数の絵素に対して面光源とは反対側に焦点を有するように配置されいるので、絵素の周期構造を光学的にぼかすことができるので、モアレ縞の発生を抑制・防止することができる。

【0074】このように、本発明によると、視角特性に優れかつモアレ縞の発生が抑制・防止された、表示品位の優れた液晶表示装置が提供される。本発明は、特に大型の直視型液晶表示装置に好適に適用される。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による実施形態1の透過型液晶表示装置100の模式的な断面図である。

【図2】実施形態1の液晶表示装置100における、液晶表示パネルの絵素の配置とレンズアレイのレンズの配置との関係を説明するための模式図である。

【図3】実施形態1の液晶表示装置の視角特性を示すグラフである。

【図4】本発明で用いられるレンズアレイの断面図(図2(b)と直交する方向に沿った断面図)である。

【図5】本発明による実施形態2の透過型液晶表示装置500の模式的な断面図である。

【図6】実施形態2の液晶表示装置500における、液晶表示パネルの絵素の配置とレンズアレイのレンズの配置との関係を説明するための模式図である。

【図7】実施形態2の液晶表示装置の視角特性を示すグラフである。

【符号の説明】

100、500 液晶表示装置

100a 液晶表示パネル

101 面光源

102a、102b 偏光素子

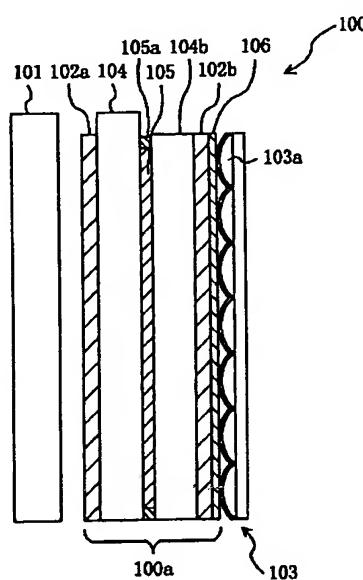
103、200、503、600、700 レンズアレイ

104a、104b 基板

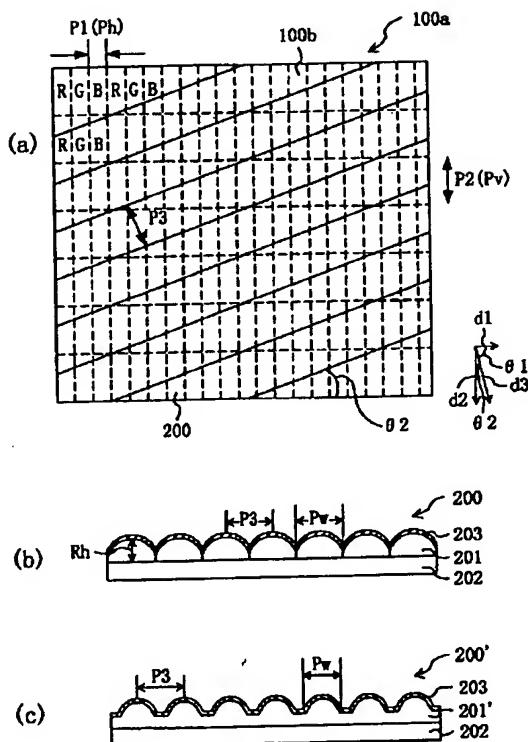
105 液晶層

105a シール剤

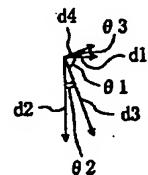
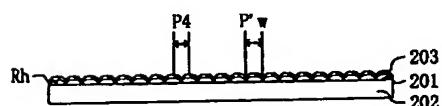
【図1】



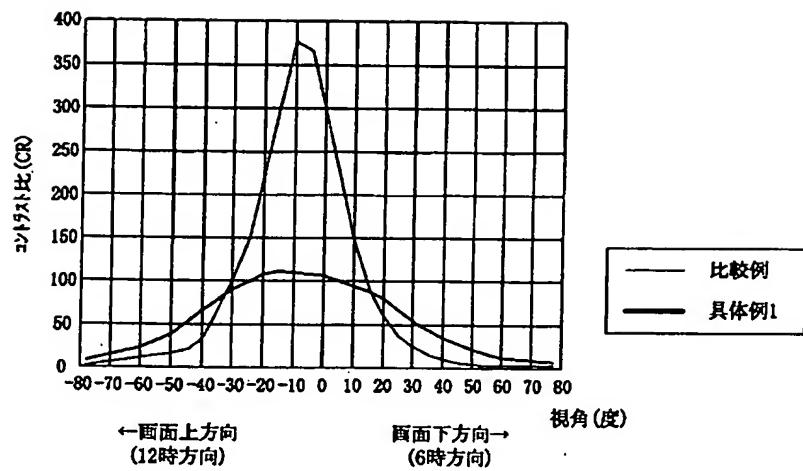
【図2】



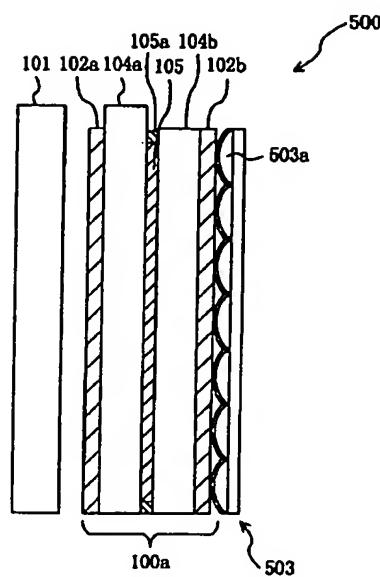
【図4】



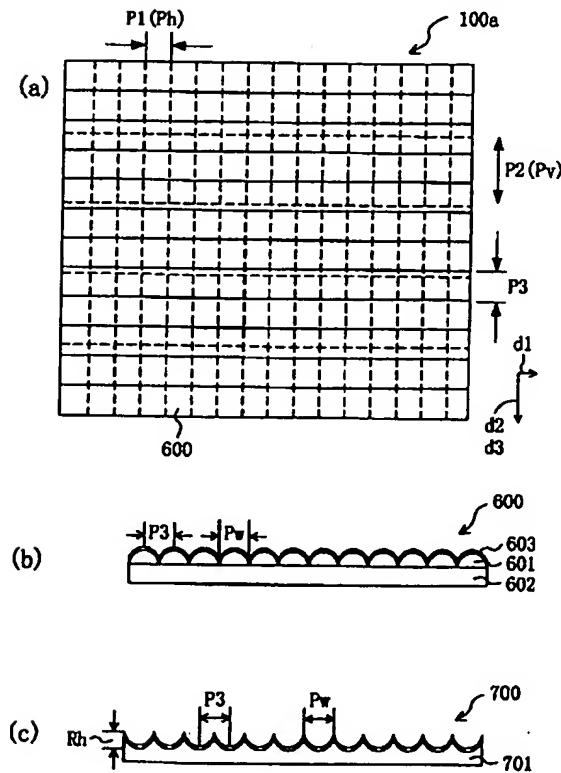
【図3】



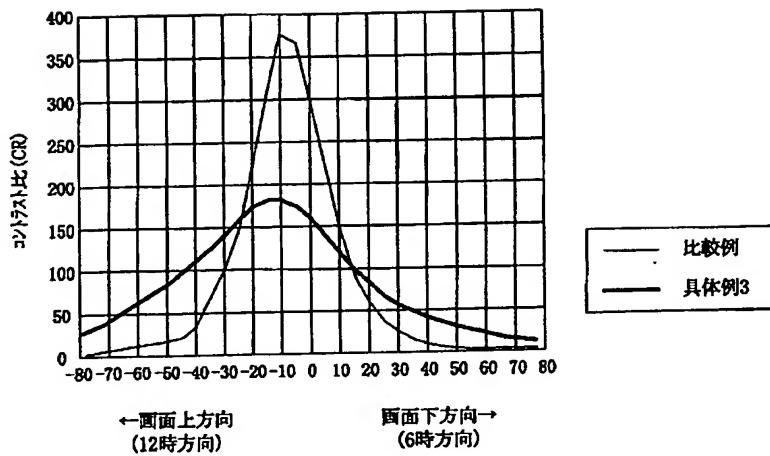
【図5】



【図6】



【図7】



フロントページの続き

(72) 発明者 水嶋 繁光
 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ
 ャープ株式会社内

F ターム(参考) 2H091 FA02Y FA08X FA08Z FA29X
 FA37X FA42Z FB03 FB04
 FC12 FD14 FD15 HA07 HA09
 HA10 KA03 KA10 LA19 LA21
 5G435 AA00 AA17 BB12 BB15 EE26
 EE33 FF00 FF05 GG01 GG06
 GG25